

综合物探方法在南京横溪—小丹阳示范区 找矿中的研究与应用

黄 宁¹, 刘国辉², 董茂干³

(1. 中国地质调查局 南京地质调查中心, 江苏 南京 210016;

2. 石家庄经济学院, 河北 石家庄 050031;

3. 江苏省地质勘查技术院, 江苏 南京 210012)

摘 要: 介绍采用高精度重、磁和大功率激电方法组成的综合物探方法在横溪—小丹阳示范区找矿的应用。基于磁法勘探对于磁性或伴生磁性矿物的固体矿产勘查的有效性, 依据南京市横溪—小丹阳勘查示范区重力和电法剖面资料, 结合已知钻孔物性资料, 通过对该区铜铁矿型多金属矿床的重磁电异常分布特征研究, 达到较好的找矿效果。

关键词: 综合物探方法; 物性参数; 地质找矿

中图分类号: P631

文献标识码: A

收稿日期: 2013—01—10

The Application of Comprehensive Geophysical Prospecting Method to Prospecting in Hengxi—Xiaodanyang Demonstration Area

Huang Ning¹, Liu Guohui², Dong Maogan³

(1. Nanjing Center of Geological Survey, CGS, Nanjing Jiangsu 210016, China;

2. Shijiazhuang University of Economics, Shijiazhuang Hebei 050031, China;

3. Geological Exploration Technology Institute of Jiangsu Province, Nanjing
Jiangsu 210012, China)

Abstract: This paper mainly introduces the application of comprehensive geophysical prospecting methods including high precision gravity, magnetic and large power induced polarization in Hengxi—xiaodanyang demonstration area. Based on the effectiveness of magnetic exploration method of the magnetic or associated magnetic mineral solid mineral exploration, according to gravity and resistivity profile data in Hengxi—xiaodanyang demonstration area of Nanjing city, combined with the known borehole physical property data, through the research of copper ore type polymetallic deposit of gravity magnetic anomaly distribution, a good effect of prospecting method is achieved.

Key words: comprehensive geophysical prospecting; physical parameters; geophysical prospecting

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目(编号: 1212011120854)资助。

作者简介: 黄 宁(1983—), 女, 河南商丘人, 助理工程师, 主要从事地球物理勘探工作和研究。E-mail: wtgz2012@163.com

1 引言

近年来,随着地质找矿的难度和投资风险的逐渐加大,物探方法在地质找矿工作中发挥着重大的作用。但是,由于物探方法是基于测区内不同岩、矿石间的物性差异而引起的地球物理异常响应来获取地下深部探查目标体的信息,具有多解性,单一的物探方法仅限于探测目标体的某种地球物理物异常响应,难以给出唯一解释的结论,已不能满足当前矿产资源勘查精度的需要^[1~3]。综合物探方法,诸如磁法、重力、电法等,结合已知地质及物性资料,对其各种地球物理异常响应进行综合研究分析,较大程度的增加了异常解释的约束条件,减少或避免了异常解释的多解性^[4~6],提高了解释的可靠性和勘查效果。从而,研究综合物探找矿方法已成为我国危机矿山资源大调查的主要课题之一。

在长江中下游深部矿勘查方法技术示范找矿实践中,首先对工作区内已有的物化探、遥感资料进行系统的分析研究,结合区内地质和矿产特征选择典型勘查示范区,进行综合剖面测量和综合解释方法技术研究,初步探明基底结构、重要含矿层位、含矿异常分布特征,并选择有利成矿区进行钻探验证,取得了较好的地质效果。

其中,南京横溪一小丹阳示范区通过以往重、磁资料重新认识,选定多种物探方法进行勘查研究,主要有 1:1 万高精度磁法、高精度重力和大功率时间域激发极化剖面法。依此来查明深部地质构造和寻找深部隐伏矿产,在前期的找矿工作中发挥了重大的作用,并在深部找矿工作中取得了较大的突破。

2 测区地质概况

研究区位于长江三角洲经济发达地区的江宁地区,该区从东西南三面环抱南京主城,距离南京市中心约 35km。地理位置上介于北纬 $30^{\circ}38' \sim 32^{\circ}13'$,东经 $118^{\circ}31' \sim 119^{\circ}04'$ 之间,总面积 1572.92km^2 。东与句容市接壤,东南与溧水县毗连,南与安徽省当涂县衔接,西南与安徽省马鞍山市相邻,西与安徽省和县及南京市浦口区隔江相望。

区域地表出露岩性较复杂,主要有侏罗系的中下统西横山组(J_2x)和象山群($J_{1-2}xn$),上统龙

王山组(J_3l)和蝌蚪山组(J_3k)和白垩系的下统龙王山组(K_1l)、大王山组(K_1d)、姑山组(K_1g)和上统娘娘山组(K_2n)、浦口组(K_2p)。测区内地层主要为龙王山组、大王山组火山岩,侵入岩以辉石安山玢岩为主,次为闪长玢岩、凝灰岩(脉)。大王山组安山岩性脆,易形成节理裂隙,利于矿液流动和沉淀。

区内断裂构造发育,呈脉状、复脉状产出。区内主要的铁铜硫金矿床及星罗棋布的矿点,大部分皆位于构造岩浆成矿带中。本区的优势矿种为铜(金)、铁,兼产铅、锌,铜(金)、铁矿的产出与火山活动旋回有明显的关系。

3 岩、矿石物性特征

通过对本区采集的标本进行实验室物性测定,获得了区内主要岩、矿石的物性参数如表 1。

根据上述物性特征可知,大王山组、龙王山组火山岩系密度较大,多介于 $2.70 \sim 2.80 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 之间;磁性强且变化范围大,变化于几百至几千之间;电阻率亦较高,极化率较低,一般低于 5%,少数略高;龙王山组硅化凝灰岩,则以较低的密度($2.662 \times 10^3 \text{kg/m}^3$)、低磁($7.61 \times 10^{-5} \text{SI}$), $9 \times 10^{-3} \text{A/m}$)、高阻($8978 \Omega \cdot \text{m}$)、低极化(1.87%),且变化范围很小,与上述火山岩系物性差别明显。

西横山组、象山群均为陆源碎屑沉积岩,总体呈现较低的密度、低磁、低极化的特点,电阻率则因粒度不同而不同,一般随着粒径变粗电阻率增大。

周冲村组因不同程度矿化、变质,岩性间差异较大。含膏盐,有黄铜矿、方铅矿、闪锌矿等多金属硫化物矿化角砾岩由于结晶颗粒较粗,亦呈高密度、高阻、低极化;而含磁(赤)铁矿化层则表现为高密度、高磁、高极化和较低电阻率。

由此可见,测区内不同的岩、矿石之间存在明显的物性差异,从而具备开展重、磁、电物探方法找矿的地球物理前提条件,利用上述物探方法在本区找矿是可行的。

4 地球物理异常特征分析

4.1 磁测异常特征

由图 1 中的磁测 ΔT 化极异常分布可知,整体表现为杂乱、不规则分布,东北部主要为高磁场区,西南部主要为低磁场区,中部则为 NW 走向

表 1 岩、矿石物性参数
Table 1 Parameters of rocks or ores

地 层	岩(矿)石	密度	磁化率	剩余磁化强度	电阻率	极化率
	名称	/10 ³ kg·m ⁻³	/10 ⁻⁵ SI	/10 ⁻³ A·m ⁻¹	/Ω·m	/%
大王山组	砂卡岩化安山岩	2.650~2.850	2.60~448	22~1066	346~29084	0.06~2.47
	矿化角砾安山岩	2.701~2.809	191~14260	2350~8140	2211~27469	0.48~10.54
	黄铜矿石	3.846	1824	2940	129~6370	1.09~61.58
龙王山组	角闪安山岩	2.776~2.892	1005~5020	329~4730	6959~18763	1.26~9.37
	角砾安山岩	2.703~2.888	640~5260	125~7120	1171~19911	0.15~12.1
	集块安山岩	2.721	250	217	16522	4.91
	安山质角砾熔岩	2.708	437.5	2180	18422	0.93
	角砾凝灰岩	2.585~2.801	7.57~2276	0.45~240	539~17838	0.2~3.43
	硅化凝灰岩	2.61~2.743	2.22~19	0.05~51	1084~17492	0.28~3.92
	砂岩	2.475~2.885	0.57~11.47	0.18~6.61	709~32300	0.59~2.51
西横山组	砾岩	2.698	2.15	4.34	4752	2.00
	粉砂质泥岩	2.498	5.86	0.11	114.3	0.88
象山群	粉砂岩、泥质粉砂岩	2.594~2.791	0.25~15	0.04~0.64	35~1709	0.18~5.77
	角砾岩(原岩粉砂岩)	2.497~2.94	0.31~9.28	0.11~0.17	752~1200	0.62~5.09
	砂砾岩	2.631~2.632	2.07~2.44	0.51~2.03	14788~15442	1.45~5.86
周冲村组	矿化角砾岩	2.791~3.461	5~24	0.47~2.85	3072~4681	0.45~0.82
	磁(赤)铁矿化层	3.510	399~408	4910~6010	1477~2212	3.27~19.02

正负交替磁场带展布区。高磁场区,磁场强度较大,个别可达 1600nT;低磁场区,等值线稀疏,磁场强度较弱,一般在 100~−500nT。正负交替磁场区,主要为变化比较平缓的局部异常,带宽度约在 100~200m,呈零乱蠕虫状分布^[7],规模均比较小。

磁测 ΔT 化极剩余异常图,异常形态比较规

则,大多呈椭圆形,且为正负伴生异常,异常强度最大可达 700nT,正负异常差值在 1200nT 左右,其分布特征与地表观察到的岩体分布特征基本吻合^[8]。为了验证弱磁异常的地质属性,布设了钻孔 ZK3001。钻孔揭露表明,地表剥去第四系覆土即为闪长岩体,中间穿插了多条闪长岩脉,跳跃

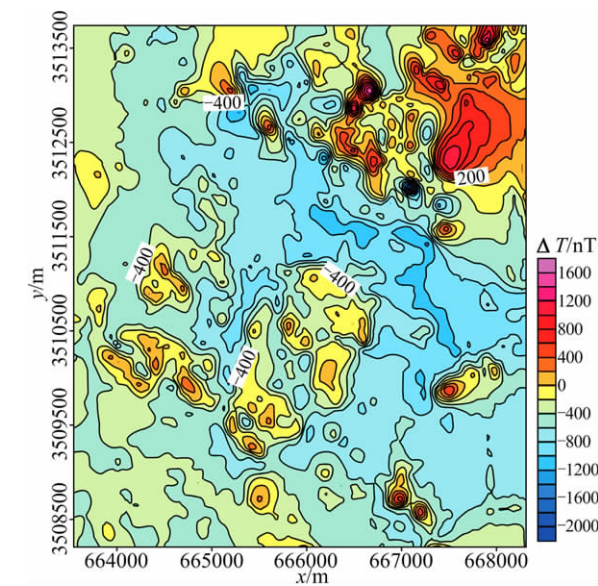


图 1 磁测 ΔT 化极平面等值线

Fig. 1 Planar contour line map of ΔT magnetic reduction to the pole

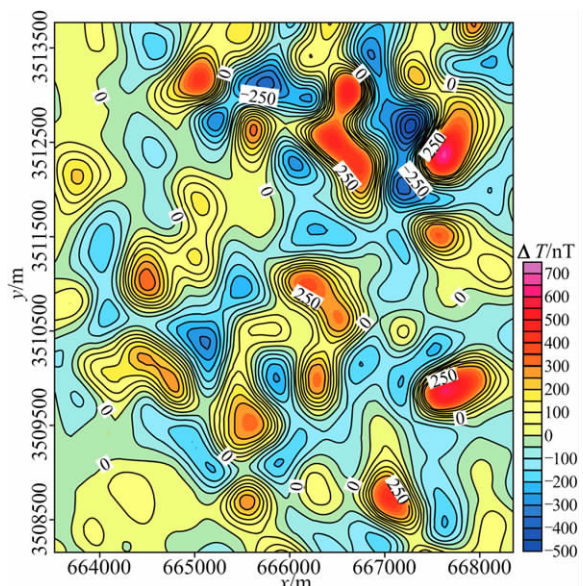


图 2 磁测 ΔT 化极剩余异常平面等值线

Fig. 2 Residual anomaly planar contour map of ΔT magnetic reduction to the pole

的和杂乱的磁异常是由隐伏闪长岩、闪长玢岩的构造破碎带引起。

4.2 重力剖面异常特征

在磁异常特征反映较好的地段垂直异常体走向布设了 300 线重力剖面,其布格重力曲线特征如图 3 所示。从图中可见,布格重力曲线整体表现为中间高两边低的异常特征,在 1000~2000m 段,为重力正异常,异常最大值为 $0.5 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$,两边为重力负值,结合已知地质和物性资料,推断可能为局部高密度体或密度稍高无磁性地层隆起所引起的异常响应。

4.3 激电异常特征

沿 300 线的大功率时间域激发极化剖面异常反演断面成果如图 3 所示。由电阻率成像反演断面图表明,在整条断面上 0~100m 纵向深度内为低电阻层,视电阻率小于 $120 \Omega \cdot \text{m}$,应属第四纪地层分布反映;在其下方沿剖面 1000~1900m

段存在一高阻体,视电阻率在 $240 \sim 620 \Omega \cdot \text{m}$,该异常恰好与高密度、高磁异常体相对应,则推断为闪长岩夹闪长玢岩体;断面上其它区段,表现为中阻体,电阻率值在 $140 \sim 240 \Omega \cdot \text{m}$ 之间,则属其围岩岩性分布的反映^[9]。

相应剖面的激电反演断面图(图 4)可分为:低极化率和高极化率层(区)。低极化率层位于剖面的浅部,其连续性较好,极化率值一般在 $0\% \sim 3\%$;高极化率又分为三个异常区,如图中 IP-I、IP-II 及 IP-III 所示。其中,IP-I 高极化率体异常埋深较浅,在 -200m 左右,异常体宽度近 500m;IP-II 异常埋深在 -250m 左右,IP-II 在 NW 方向埋深较深且异常幅值较小在 7% 左右,在 SE 方向异常幅值较大,达 13% ,宽度约 600m;IP-III 异常体埋深较深,在 -300m 左右,且异常幅值也较小在 7% 左右,异常宽度仅 300m 左右。

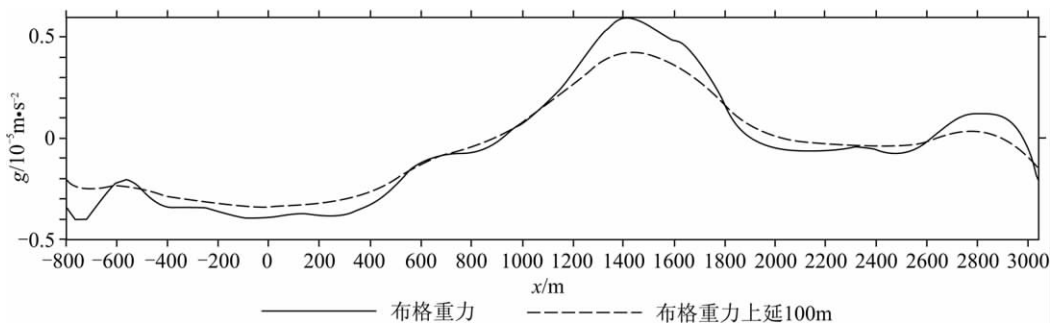


图 3 300 线布格重力剖面异常曲线

Fig. 3 Gravity profile anomaly curve map of the 300 line

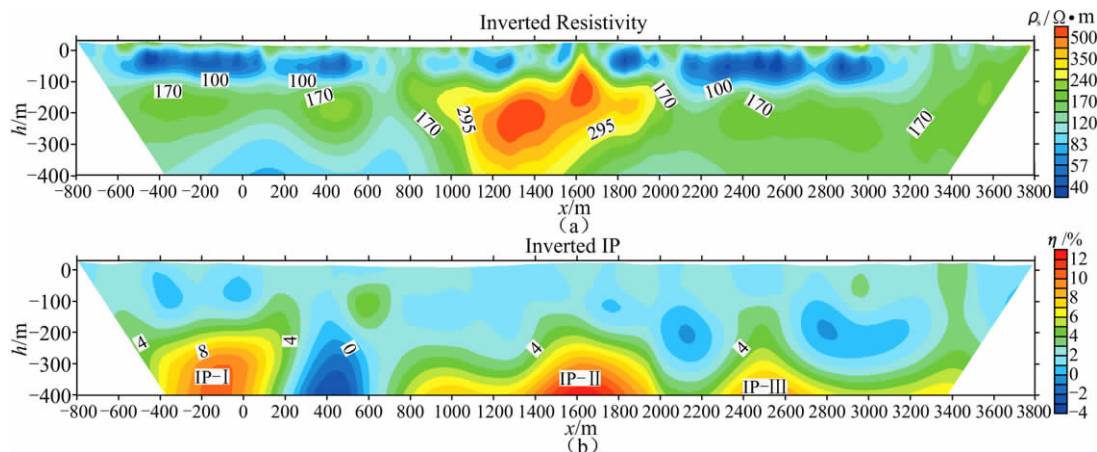


图 4 300 线大功率时间域激发极化反演断面成果

Fig. 4 Power time domain induced polarization inversion section map of the 300 line

综合电阻率、极化率成像反演剖面,IP—I及IP—III为低阻次高极化率异常;IP—II异常覆盖中低电阻率层。可推断该三处激电异常与金属矿物的大量富集有关。

4.4 综合物探异常分析与解释

综合上述重磁电异常特征,该区具有明显的高磁、高密度和低阻高极化组合的综合物探异常特征,与该区所揭露的矿化角砾岩(黄铁矿化体)重磁电异常特征十分相似^[10],从而可作为该区利用综合物探异常圈定成矿体有利地段或矿体的依据^[11]。

区内主要为第四系覆盖,局部有侏罗系上统龙王山组地层出露,与其综合物探异常对应的主要存在两层黄铁矿(化)层,分别赋存于闪长岩、闪长玢岩的构造破碎带及裂隙中。该碎裂岩层,受挤压构造影响,其裂隙分布形态复杂,基本为硫铁矿及碳酸盐类矿物所充填,主要蚀变类型为碳酸盐化和硅化。本次利用综合物探方法圈定出了成矿有利地段,经钻孔查证表明,上述综合物探异常的解释是正确的。可见,结合地质工作,利用重、磁、电物探方法既是该区开展综合物探方法找矿的最佳组合,又是物探在找矿勘探中发挥其优势的必由之路^[12,13]。

5 结 语

通过开展高精度重磁、大功率激电综合物探方法对南京横溪—小丹阳示范区的研究工作,对该区异常地质体的磁性、密度和电性特征等进行了综合分析,初步判明了异常地质体的空间展布特征,并成功指导布设钻孔进行了验证。在本次地质找矿工作中,充分发挥了综合物探方法快速、经济、高效和可靠的优越性,对今后同类地

质条件下寻找多金属矿具有重要的参考价值和指导意义。

参考文献:

- [1] 刘国辉,孙士辉,徐晶,等.综合物探在内蒙古东部某多金属矿勘查中的应用[J].工程地球物理学报,2011,8(1):55~60.
- [2] 郭继颂,刘志远,李达,等.综合物探方法在承德某多金属矿勘查中的应用[J].工程地球物理学报,2012,9(3):356~361.
- [3] 曹积飞,李红阳等.综合物探方法在内蒙古灰山铜镍矿找矿中的应用研究[J].西北地质,2011,44(1):77~84.
- [4] 龚强,陶德益,詹应林,等.综合地球物理勘探在犀牛山铜钼多金属矿勘察中的应用[J].工程地球物理学报,2011,8(2):187~191.
- [5] 梁明,刘占兴,邓凯.地面高精度磁法测量在甘肃某金矿普查区的应用[J].工程地球物理学报,2010,8(1):47~50.
- [6] 闭遗山,张小路,罗润林.高精度磁法和大功率激电在金矿探测中的应用[J].工程地球物理学报,2011,8(6):744~749.
- [7] 汪青松,吴明安,袁平,等.安徽省庐江县泥河铁矿重磁异常特征[J].地质与勘探,2012,48(1):148~154.
- [8] 张卫东.磁法勘探在铁矿勘查中的应用[J].长春工程学院学报(自然科学版),2012,13(3):64~66.
- [9] 郭继颂,李达等.大功率激电在承德槽子沟金矿勘查中的应用[J].资源调查与环境,2012,38(3):168~174.
- [10] 焦新华,吴燕冈.重力与磁法勘探[M].北京:地质出版社,2009.
- [11] 郝旭,王付良,李树文.综合物探方法在寻找磁铁矿中的应用[J].河北煤炭建筑工程学院学报,1995,(3):35~39.
- [12] 周云满.物探方法在滇东北地区寻找隐伏矿床的应用效果[J].地质与勘探,2006,42(3):81~85.
- [13] 辛福成,辛良,黄福学.综合物探方法在多金属矿产勘查中的应用[J].地质与资源,2007,16(2):131~140.